



GRADO EN ECONOMIA

Santander, a 29 de septiembre de 2020

TRABAJO FIN DE GRADO

**Análisis de la eficiencia técnica en empresas de transporte
marítimo españolas: 2012-2018**

**Analysis of technical efficiency in Spanish maritime transport
companies: 2012-2018**

Juan Ignacio Fernández-Escalante Barquín

Director: Marta de la Fuente Rentería

ÍNDICE

2	Resumen	1
3	Abstract	1
4	Introducción	2
5	Revisión Literaria	3
6	Modelo Teórico-Empírico	5
6.1	Frontera de producción determinística	6
6.2	Frontera de producción estocástica	7
7	Datos	7
8	Resultados	9
8.1	Resultados eficiencia técnica. Frontera de producción determinística.	11
8.2	Resultados eficiencia técnica. Frontera de producción estocástica	15
9	Conclusiones	19
10	Bibliografía	20

Índice de Gráficos

Grafico 1. Niveles de eficiencia	3
Grafico 2. Frontera de producción estocástica vs Frontera de producción determinist..	4
Grafico 3. Evolución temporal de la eficiencia técnica, 2012-2018.....	14

Índice de Tablas

Tabla 1: Estadísticos descriptivos de datos incluidos en la muestra	9
Tabla 2: Función de producción	10
Tabla 3: Ranking promedio eficiencia técnica con frontera de producción determinística	12
Tabla 4. Función de Producción Estocástica	16
Tabla 5. Ranking promedio eficiencia técnica con función frontera estocástica	17

2 RESUMEN

El objetivo de este estudio es analizar la eficiencia técnica de las empresas de transporte marítimo españolas y sus factores determinantes utilizando la metodología de análisis de fronteras de producción determinista y estocástica durante el periodo 2012-2018.

Analizando los niveles de eficiencia técnica de las empresas de transporte marítimo, los resultados nos muestran un incremento a lo largo del periodo considerado. Siendo 2014 el año donde se encuentra el dato más bajo de eficiencia técnica y en 2017 el más alto.

El estudio se centra en el análisis de los determinantes de tales niveles de eficiencia técnica, para los cuales se han seleccionado varios ratios financieros además de observar si las empresas tienen presencia internacional o solamente se limitan al ámbito nacional. Nos muestra cómo afectan de manera significativa y positiva el ratio margen de beneficio y los ratios de solvencia y liquidez. Sin embargo, la presencia de negocio fuera de España afecta de manera negativa.

1 ABSTRACT

The main of this study is to analyze the technical efficiency of the Spanish maritime transport companies and their determinant factors using the deterministic and stochastic production frontier analysis methodology during the period 2012-2018.

Analyzing the levels of technical efficiency of maritime transport companies, the results show us an increase throughout the period considered. 2014 being the year where the lowest technical efficiency data is found and in the 2017 the highest.

The study focuses on the analysis of those determinants of such levels of technical efficiency, for which several financial ratios have been selected in addition to observing whether the companies have an international presence or are only limited to national sphere. It show us how significantly and positively affecting profit margin ratio and solvency and liquidity ratios. However, we see how the presence of business outside of Spain have a negative effect.

2 INTRODUCCIÓN

El sector del transporte marítimo en España tiene un papel principal en el progreso económico del país al afectar directamente a diversas actividades como comercio, industria o turismo.

La situación geográfica del país es un factor importante a la hora elegir la vía marítima como opción de transporte. España se beneficia de tener un abanico de oportunidades comerciales dada su localización estratégica. Gracias a ello, cuenta con 5 de los 125 puertos más importantes a nivel mundial, haciendo una mención especial al puerto de Valencia y Algeciras, los cuales se sitúan en el 4 y 5 puesto respectivamente a nivel europeo (Ministerio de Fomento, 2014).

Esta serie de características constituyen factores favorables para que empresas del sector puedan tener éxito a nivel nacional e incluso internacional. Empresas como Compañía Trasmediterránea S.A., con 100 años de experiencia en este sector, o Balearia Eurolíneas marítimas S.A son algunos de los ejemplos de cómo se han sabido aprovechar esos recursos y características de la zona para poder desarrollar con éxito el negocio del transporte marítimo a nivel internacional.

En es un sector cada vez más competitivo, donde las transformaciones de los buques o el desarrollo de los puertos para mejorar su eficiencia y digitalización (Carlier de Laval, M.) (2018), son los principales desafíos del sector. Hay que sumar un factor que tiene mucho peso en el desarrollo del transporte marítimo hoy en día y es el aspecto logístico, el cual está evolucionando de forma vertiginosa. Centrándonos en la evolución del transporte marítimo, queremos analizar la eficiencia del sector, para lo cual nos centraremos en las empresas nacionales.

En este estudio se quiere analizar la eficiencia técnica de una serie de empresas dedicadas al transporte marítimo nacional e internacional y los determinantes que propician tales niveles de eficiencia técnica. Partiendo de la base de datos SABI o Sistema de Análisis de Balances Ibéricos, analizamos 50 empresas del sector que contienen datos financieros suficientes para el periodo 2012-2018 a observar. Para tal estudio, utilizaremos dos análisis con fronteras de producción: Uno de forma determinista y otro de forma estocástica.

De esta forma, este trabajo fin de Grado, continua con una revisión literaria acerca de la eficiencia de las empresas de transporte marítimo y que factores han afectado de manera más significativa.

Siguiendo con la metodología a desarrollar en este trabajo, mediante la cual calcular la frontera de producción determinista y estocástica, para posteriormente exponer los datos utilizados.

Una vez realizado el ranking de eficiencia técnica de las empresas del transporte marítimo españolas se analizaran los determinantes que provocan tales niveles de eficiencia y se detallaran las conclusiones obtenidas acerca de este estudio para finalizar con la bibliografía empleada.

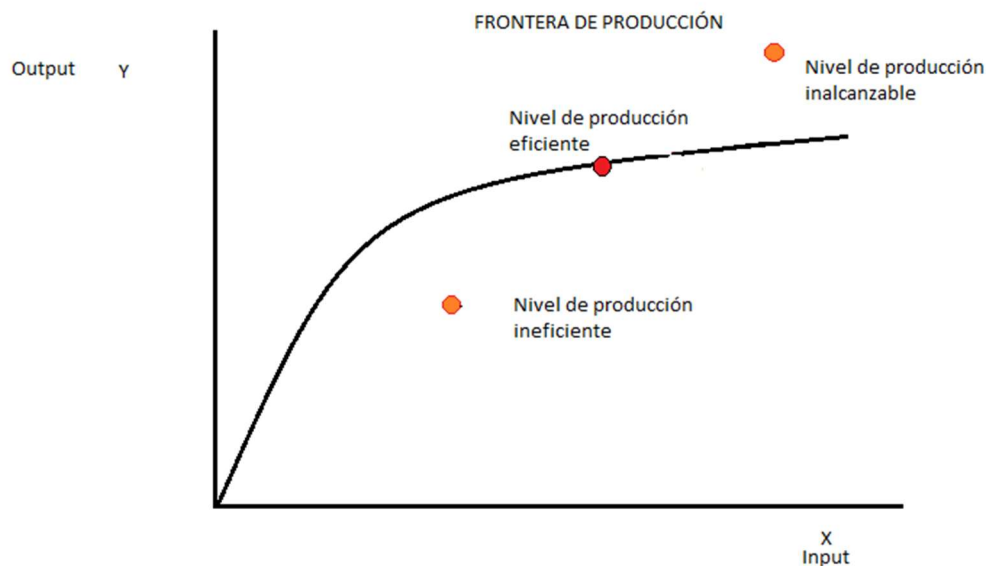
3 REVISION LITERARIA

3.1 REVISIÓN LITERARIA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA EFICIENCIA

Para comenzar el desarrollo de la revisión literaria acerca de la eficiencia, necesitamos conocer la definición empleada de la misma. En este caso, se ha elegido el ratio entre la producción real y el resultante de la función frontera de producción para los mismos niveles de empleo como de los factores productivos (Battese & Coelli, 1988).

Definiendo la función frontera de producción como la máxima producción hipotéticamente alcanzable (output) para cada nivel de empleo de factores productivos (inputs).

Grafico 1. Niveles de eficiencia



Fuente: Elaboración propia

Desde un punto de vista gráfico, vemos como al representar la función frontera de producción (FPP), cualquier punto que se sitúe debajo de esta se considera ineficiente. Por el contrario, un punto situado por encima de la función frontera de producción (FPP) se consideraría inalcanzable ya que no se dispone la tecnología necesaria para llegar a ese punto. Un punto que se sitúa en la misma curva de la función frontera de producción (FPP) se denominaría técnicamente eficiente.

Una de las metodologías usadas para la definición de esta eficiencia, es la usada por (Farrel, 1957) conocida como metodología paramétrica, la cual descompone la eficiencia en dos: Eficiencia Técnica, la cual refleja la capacidad de obtener el máximo output con un nivel de input y la Eficiencia Asignativa mediante la cual se utilizaban los inputs de una forma óptima.

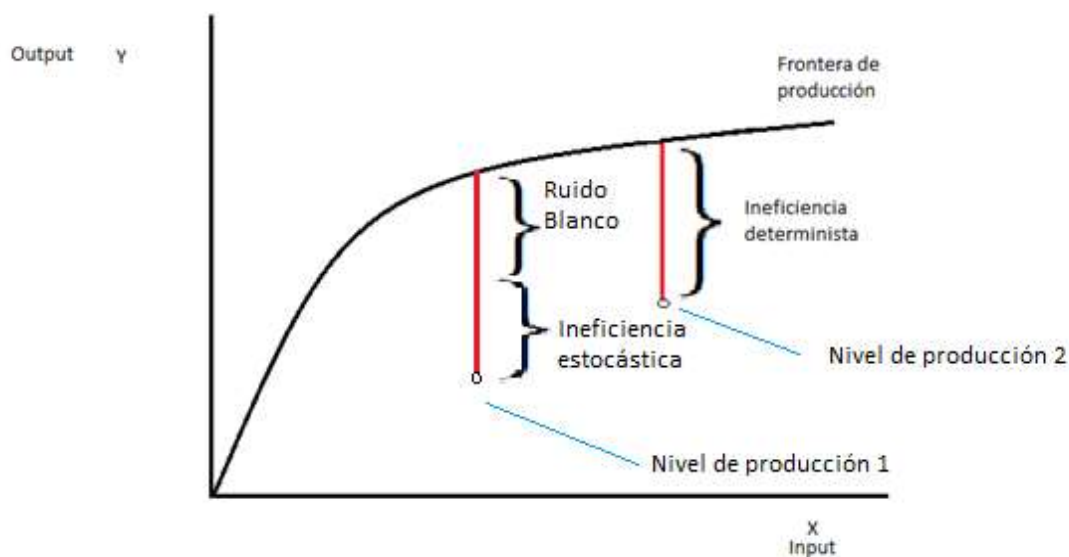
Por el contrario, se estudiaron metodologías no paramétricas (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978), entre las cuales destaca el análisis envolvente de datos (DEA). Esta última, no es tan dura a la hora de imponer restricciones a la forma de funcional de la frontera de producción y se adapta mejor a diferentes contextos.

Siguiendo el análisis con metodología paramétrica, numerosos son los estudios que se desarrollaron por dos vías: Unos autores centraron sus principales líneas de investigación en el análisis mediante fronteras de producción deterministas, como Aigner y Chu (1968) y Timmer (1971), mientras que otros se decantaron por el análisis mediante metodologías de fronteras de producción estocásticas, autores como Aigner, Lovell y Smith (1977) y Van den Broeck (1977).

A la hora de analizar las diferencias entre ambas metodologías, la función frontera de producción determinista hace referencia a la ineficiencia como la causante de la desviación de la producción frente a la función frontera de producción, mientras que en la metodología de frontera de producción estocástica divide esa desviación en dos componentes: el primero está asociado a la ineficiencia técnica en la producción y el segundo al error aleatorio.

En referencia a la idoneidad de que modelo emplear, queda a disposición del investigador en función de los factores no controlables que formen parte del proceso productivo y de la complejidad y alcance del estudio ya que no hay un consenso previo acerca de los modelos, aunque a priori parece más próximo a la realidad productiva considerar la existencia de fenómenos estocásticos.

Grafico 2. Frontera de producción estocástica vs Frontera de producción determinista



Fuente: Elaboración propia.

Los estudios de fronteras estocásticas realizados por Aigner, Lovell y Smith (1977) y Van den Broeck (1977) dieron pie a diversas variantes. En un principio se obtenía un valor medio de eficiencia técnica para el periodo considerado, por lo que posteriores análisis añadieron la variabilidad temporal, lo cual corregía el problema. Posteriores cambios en el modelo fueron capaces de eliminar rigidez (Kumbhakar) (1990) de estudios anteriores.

3.2 ESTUDIOS ACERCA DEL TRANSPORTE MARÍTIMO

Respecto a los estudios centrados en analizar la eficiencia del transporte marítimo, muchos se centran en los puertos españoles, como es el caso de Baños-Pino, et al.(1999), Coto Millán, et al. (2000) donde utilizan una función de producción estocástica para analizar la eficiencia de los puertos españoles. Utilizando en sus investigaciones las funciones de producción y costes para llegar a niveles de eficiencia técnica. En su caso, utiliza tanto la función Cobb-Douglas como la función transcendental logarítmica, realizando un análisis comparativo y seleccionando la transcendental logarítmica como función elegida para estudiar la eficiencia técnica. Ambos métodos coincidieron en la sobre-capitalización, y vieron como la eficiencia aumentaba al incrementar la actividad portuaria.

Otros como Kim y Sachis (1986) analizaron el cambio técnico portuario mediante la estimación de función de producción, haciendo especial mención a la evolución tecnológica en los puertos relacionándolo con el transporte de contenedores. Vieron como el cambio tecnológico de los puertos iba acompañado de una mayor mano de obra y menor capital. Por lo tanto, la tasa de crecimiento de la productividad en los puertos se ha debido, en mayor parte, al cambio tecnológico y no tanto a las economías de escala.

Notteboom et al. (2000) tiene como objetivo analizar la eficiencia productiva de las principales terminales europeas en relación a los principales terminales de Asia. Utilizo un modelo de frontera estocástica bayesiana para comprar el nivel de eficiencia entre diferentes puertos. El estudio indica que los terminales del norte de Europa son algo más eficientes que los de Asia. También resalta que aquellos puertos hub son más eficientes que el resto.

En el caso de González y Trujillo (2009), usan una combinación de la metodología envolvente de datos (DEA) y una estimación con panel de datos para analizar la eficiencia técnica de los puertos españoles. Según su estudio, vieron como los puertos que pasaron de ser públicos a privados mejoraron en eficiencia y aquellos que tienen más capacidad no tienen por qué ir de la mano de mayor eficiencia.

4 MODELO TEÓRICO-EMPÍRICO

En este estudio vamos a medir la eficiencia técnica y sus determinantes en las empresas de transporte marítimo españolas, utilizando en un primer análisis una función frontera de producción determinística y un segundo análisis con frontera de producción estocástica de producción. Para ello utilizaremos la metodología desarrollada por Greene (1820) y un modelo de variables ficticias.

A la hora de analizar la eficiencia técnica, necesitamos evaluar ambas metodologías por un proceso de dos etapas, mediante el cual estimamos en primer lugar la frontera de producción obteniendo los niveles de eficiencia de cada empresa y, en segundo lugar, los factores determinantes de tales niveles de eficiencia.

4.1 FRONTERA DE PRODUCCIÓN DETERMINÍSTICA

El modelo de función de producción determinística utilizado en el primer análisis se define:

$$Y_{it} = f(X_{kit}; \beta_k) \exp(-u_{it}) \quad (1)$$

Donde, Y_{it} representa el valor del output producido por la i -ésima unidad productiva ($i = 1, \dots, N$) en el periodo de observación t . La función de producción se representa a través de $f(X_{it}; \beta_k)$. La cantidad de factor k -ésimo X_{kit} que se emplea en la producción de la observación t de la i -ésima unidad productiva y β_k se refiere a los parámetros desconocidos afectos a cada uno de los factores productivos K . u_{it} es el error aleatorio independiente e idénticamente distribuido (iid) mediante el cual representamos la ineficiencia técnica de la i -ésima unidad productiva. Dicho error aleatorio se distribuye según $N(0, \sigma_u^2)$.

Una vez realizada dicha estimación de la función de producción, es necesario estimar la función frontera de producción siguiendo la metodología de Greene (1980), a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios Corregidos (MCOC).

Siguiendo este procedimiento, se agrega el término independiente al residuo máximo obtenido en la estimación. El nuevo término constante es:

$$\beta_0^{MCOC} = \beta_0 + u_{it}^{max}$$

Para el cálculo de la eficiencia técnica de las empresas se sigue la siguiente expresión:

$$ET_{it} = \exp(-u_{it}) = \frac{Y_{it}}{\hat{Y}_{it}} \quad (2)$$

Donde, TE_{it} hace referencia a la eficiencia técnica asociada a la observación t de la unidad productiva i -ésima, Y_{it} es la producción real de la unidad productiva i -ésima en la observación t del periodo considerado, \hat{Y}_{it} es la producción de la frontera para el mismo nivel de factores productivos empleados por la unidad productiva i -ésima en la observación t .

Una vez calculados los distintos niveles de eficiencia técnica en el periodo considerado, obtenemos los factores determinantes de tales niveles de eficiencia o ineficiencia técnica mediante una segunda etapa:

$$ET_{it} = g(z_{jit}; \delta_j) + w_{it} \quad (3)$$

Donde, z_{jit} es el factor determinante de la ineficiencia j -ésimo de la unidad productiva i -ésima en la observación t , δ_j son parámetros desconocidos objeto de la estimación del modelo correspondiente al j -ésimo factor productivo y w_{it} es una variable aleatoria supuesta independiente e idénticamente distribuida según $N(0, \sigma_w^2)$.

4.2 FRONTERA DE PRODUCCIÓN ESTOCÁSTICA

A continuación, se presenta el modelo de función de producción estocástica expresado mediante la siguiente ecuación:

$$Y_{it} = f(X_{kit}; \beta_k) \exp(v_{it} - u_i) \quad (4)$$

Donde, Y_{it} representa la producción i-ésima de la unidad productiva ($i=1, \dots, N$) en la observación t ($t=1, \dots, T$), la función de producción considerada se expresa como $f(X_{kit}; \beta_k)$. X_{kit} es la cantidad de factor k-ésimo ($k=1, \dots, K$) que se emplea para producir la i-ésima unidad productiva en la observación t y β_k son parámetros desconocidos que hacen referencia a cada uno de los K factores productivos.

En este caso, u_i es un término de error asociado a la ineficiencia de la unidad productiva i-ésima y es independiente e idénticamente distribuido (iid) según $N(0, \sigma_u^2)$. v_{it} es la variable aleatoria (o ruido blanco) independiente e idénticamente distribuida (iid) y se distribuye según $N(0, \sigma_v^2)$.

Y podemos expresarlo también como:

$$Y_{it} = f(X_{kit}; \beta_k) \exp(v_{it}) \exp(\alpha_i - \alpha_{max}) \quad (5)$$

Donde, α_i es un parámetro desconocido asociado a cada una de las N unidades de producción caracterizador de su nivel de eficiencia o ineficiencia. En ese caso, α_{max} se refiere al parámetro asociado máximo obtenido en la regresión.

Después de obtener los niveles de eficiencia técnica, obtendremos los determinantes de tales niveles de eficiencia mediante una segunda etapa en la cual realizamos este modelo:

$$ET_i = g(z_{ji}; \delta_j) + w_i \quad (6)$$

Donde, z_{ji} es representado como el j-ésimo factor determinante de la eficiencia o ineficiencia técnica de la unidad productiva i-ésima en el periodo considerado. δ_j son parámetros de interés desconocidos objetos de estimación del modelo (6). w_i es una variable aleatoria independiente e idénticamente distribuida según $N(0, \sigma_w^2)$.

5 DATOS

El objetivo de este estudio es analizar la eficiencia técnica de las empresas que se dedican al transporte marítimo en España en el periodo 2012-2018. Para ello, se ha empleado la base de datos SABI: Sistema de Análisis de Balances Ibéricos, donde se encuentra toda la información financiera para este estudio. La muestra se compone de 50 empresas españolas dedicadas al transporte marítimo de las que se disponen datos de cada año de todas las variables de interés utilizadas en SABI. De una selección inicial con 250 empresas, finalmente nos quedamos con las 50 empresas que nos ofrecían una continuidad en los datos financieros, ya que no todas disponían de datos para cada año.

Las variables seleccionadas para definir la frontera de producción han sido las siguientes:

Como variable dependiente, output producido en cada observación por cada una de las unidades productivas, hemos utilizado los ingresos de explotación por cada una de las empresas en cada año de observación.

Como inputs, el número de trabajadores empleados para definir la variable trabajo (L), el inmovilizado material para la variable capital (K) y gastos en materiales empleados en el proceso de producción como variable consumos intermedios (CI).

Todas las variables en unidades monetarias han sido corregidas a precios constantes de 2015, para lo cual se ha utilizado el índice de precios al consumo (IPC) extraído de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2020).

Como variables determinantes de la eficiencia técnica, hemos utilizado cuatro ratios financieros generados a partir de datos extraídos de la base de datos SABI:

- Periodo de pago: tiempo que tarda la empresa en pagar a sus acreedores, calculado como importe de los deudores y los ingresos de explotación.

$$\text{Periodo de pago} = \frac{\text{Deudores}}{\text{Ingresos de explotación}}$$

- Margen beneficio: relaciona el volumen de beneficios entre unidad vendida.

$$\text{Margen beneficio} = \frac{\text{Beneficio bruto}}{\text{Ventas}}$$

- Ratio de solvencia: mide la relación entre los activos corrientes y no corrientes de la empresa con la capacidad de financiación a través de pasivos corrientes y no corrientes.

$$\text{Ratio de solvencia} = \frac{\text{Activo corriente} + \text{Activo no corriente}}{\text{Pasivo corriente} + \text{Pasivo no corriente}}$$

- Ratio liquidez: relaciona el activo circulante con el pasivo circulante, siendo un indicador de la capacidad de disponer de activo líquido para poder hacer frente a las obligaciones de pago a corto plazo.

$$\text{Ratio liquidez} = \frac{\text{Activo corriente}}{\text{Pasivo corriente}}$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de estadísticos descriptivos de datos incluidos de las principales variables utilizadas en el modelo:

Tabla 1: Estadísticos descriptivos de datos incluidos en la muestra

Variable	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv. Típica
Ingresos de explotación	31,798	3,476	0,065	367,820	70,777
Consumos Intermedios(CI)	11,802	1,250	0,001	143,390	23,376
Capital(K)	0,596	0,0057	0,001	11,525	1,996
Trabajo(L)	91,586	20	2	1479	217,660

Variables en millones de €

Fuente: Elaboración propia a partir de SABI (2020)

6 RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados de estimación de la frontera de producción y los determinantes de eficiencia técnica. Se divide el apartado en dos. En el primero, mediante los resultados de la de frontera de producción determinística, analizaremos los niveles de eficiencia técnica y sus determinantes, mientras que en el segundo, se analizarán los resultados procedentes de la frontera de producción estocástica.

La forma funcional utilizada con más frecuencia en la literatura es la función frontera de producción es la Transcendental Logarítmica (Translog) (Christensen, Jorgenson y Lau, 1973). A pesar de ello, se ha realizado la estimación con una función Cobb-Douglas (1928) y con un modelo cuadrático para comprobar cuál de los modelos es más adecuado utilizar en este caso. Los resultados obtenidos con la forma funcional translog nos mostraban que las variables capital (K), trabajo (L) y consumos intermedios (CI) no eran significativas, en cambio con el modelo Cobb-Douglas sí encontrábamos variables significativas pero nos arrojaba un valor negativo en la variable trabajo (L), lo cual carecía de sentido ya que al aumentar el trabajo disminuían los ingresos. Hemos evaluado la idoneidad respecto a una forma funcional Cobb-Douglas usando el contraste de Wald (con distribución χ^2) (Wooldridge, 2010). Los resultados de contraste rechazan la hipótesis nula, resultando, por tanto, elegida la forma funcional cuadrática.

Es por eso que la función elegida para este estudio ha sido la cuadrática que se indica a continuación:

$$\ln(icome_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(K_{it}) + \beta_2 \ln(L_{it}) + \beta_3 \ln(CI_{it}) + \beta_4 \ln(K_{it})^2 + \beta_5 \ln(L_{it})^2 + \beta_6 (CI_{it})^2 + \beta_7 t + \beta_8 t^2 + u_{it} \quad (7)$$

Donde, $icome_{it}$ es la variable dependiente que representa el valor del output producido por la empresa i en la observación t del periodo considerado. Las variables independientes L_{it} , K_{it} y CI_{it} (trabajo, capital y consumos intermedios) que representan los factores productivos empleados por la empresa i en el periodo de observación t . Los parámetros de objeto de estimación se representan por β_{jk} . Además, u_{it} es el termino de error aleatorio (ruido blanco), independiente e idénticamente distribuido (iid) según $N(0, \sigma_v^2)$. En este caso, al hablar de frontera de producción determinística, el término de error aleatorio se asigna a la ineficiencia técnica.

En la tabla 2 se representan los resultados obtenidos de la estimación frontera determinística. Dicha estimación se realiza utilizando mínimos cuadrados ordinarios (Wooldridge, 2010). Dado que para la estimación se utilizan logaritmos, los coeficientes obtenidos pueden considerarse elasticidades.

En este caso vemos como los coeficientes nos reflejan que tenemos rendimientos crecientes a escala, ya que la suma de todos ellos es superior a 1 (concretamente 1,27). Por lo que podríamos decir que si se aumenta un 1% la utilización del trabajo, capital y consumos intermedios, los ingresos de las empresas de transporte marítimo aumentarían más de un 1%.

En este caso se ha incluido una tendencia temporal y una tendencia temporal al cuadrado representadas como tiempo y tiempo²

Tabla 2: Función de producción

	Coeficiente	Desv. Típica	Estad. t	valor p	
Constante	6600,41	60761,4	0,1086	0,9136	
Capital (K)	0,139167	0,0394569	3,527	0,0005	***
Trabajo (L)	0,732396	0,139304	5,258	<0,0001	***
Cons. Intermedios (CI)	0,399080	0,0287672	13,87	<0,0001	***
(K)²	0,00133719	0,00342222	0,3907	0,6962	
(L)²	-0,0317692	0,0193087	-1,645	0,1008	
(CI)²	0,0330003	0,00762625	4,327	<0,0001	***

Tabla 2. Continuación

	Coefficiente	Desv. Tipica	Estad. t	Valor p
Tiempo	-6,58467	60,3091	-0,1092	0,9131
Tiempo²	0,00164216	0,0149650	0,1097	0,9127

Significación estadística al 99% (***), 95% (**) y 90% (*).

La variable trabajo (L) está representada por número de trabajadores.

Fuente: Elaboración propia a partir de Gretl.

Los parámetros asociados a las variables trabajo, capital y consumos intermedios tienen signo positivo y son significativas a un nivel del 99%. Si miramos el coeficiente de determinación (R-cuadrado) vemos que tiene un valor elevado de 0.810444, por lo que podríamos decir que es un modelo en el cual las variables input explican bien la variable output.

6.1 RESULTADOS EFICIENCIA TÉCNICA. FRONTERA DE PRODUCCIÓN DETERMINÍSTICA.

Al estudiar la eficiencia técnica de las empresas de transporte marítimo españolas, en este caso mediante la frontera de producción determinística, utilizamos el modelo de Greene (1980) para lo cual debemos estimar la función de producción y corregir dicha función añadiendo al termino constante (β_0) el máximo de los residuos obtenidos de la regresión ($\beta_{0c} = \beta_0 + \hat{u}_{\max}$). La eficiencia técnica a través de la metodología determinística de cada una de las empresas se define como el cociente existente entre el output real derivado de la base de datos y el output obtenido de la frontera determinística para el número de factores productivos empleados, ecuación representada anteriormente (2).

Donde, la eficiencia técnica (ET_{it}) tomará un valor entre 0 y 1, siendo 1 para el valor máximo que significa el 100 por 100 de eficiencia y valor 0 para el mínimo de eficiencia. Al output real de la empresa i -ésima en la observación t -ésima lo representamos como Y_{it} , mientras que la producción definida en la frontera determinística para el mismo nivel de inputs de la empresa i -ésima en la observación t -ésima se representa como \hat{Y}_{it} .

En la tabla 3 se representan los resultados obtenidos a partir de la ecuación (2), un ranking de valores de eficiencia técnica promedio del periodo 2012-2018 para cada una de las empresas.

La media de los valores de eficiencia técnica es de 0,8344, con lo cual podemos pensar que de media las empresas de transporte marítimo en España están en torno al 80% de eficiencia. La empresa más eficiente es Compañía Trasmediterranea SA con un 0,9694 de eficiencia técnica promedio, eso quiere decir que es capaz de producir un 96% de valor máximo dada una dotación de inputs.

Podemos ver como la diferencia entre las 5 primeras y las 5 últimas es considerable, teniendo hasta 0,30 puntos de diferencia entre la más eficiente y la menos eficiente. Entre las 10 primeras empresas por orden de eficiencia técnica media, 8 de ellas coinciden con las 8 empresas de mayor número en ingresos de explotación. En el caso de caso de Boluda Lines SA y Fred Olsen SA, las cuales no se encuentran dentro de las 10 empresas más eficientes pero si ocupan puestos importantes, 13 y 11 respectivamente.

Tabla 3: Ranking promedio eficiencia técnica con frontera de producción determinística

Ranking Empresa	ET.PROM.
1 COMPAÑIA TRASMEDITERRANEA, SA	0,9694
2 J F HILLEBRAND SPAIN SA	0,9692
3 VAPORES SUARDIAZ NORTE SL	0,9677
4 NISA MARITIMA SA	0,9657
5 BALEARIA EUROLINEAS MARITIMAS SA	0,9558
6 REPSOL TRADING SA.	0,9544
7 FLOTA SUARDIAZ SL	0,9531
8 ECCO-FREIGHT TRANSPORT SERVICES SL	0,9521
9 NAVIERA MURUETA SA	0,9487
10 EMPRESA NAVIERA ELCANO, SA	0,9389
11 FRED OLSEN SA	0,9361
12 MARITIMA PEREGAR SA	0,9323
13 BOLUDA LINES SA	0,9295
14 FORDE REEDEREI SEETOURLISTIK IBERIA SL	0,9101
15 MURELOIL SA	0,9051
16 DISTRIBUIDORA MARITIMA PETROGAS SL	0,9033
17 ECULINE SPAIN SL	0,8943
18 TRANSPORTES CARGUA SA	0,8696
19 PEREZ TORRES MARITIMA SL	0,8672
20 ALZAMAR SL	0,8563
21 COMPAÑIA DE REMOLCADORES IBAIZABAL SA	0,8562
22 VASCO SHIPPING SERVICES SL	0,8547
23 NAVIERA DE GALICIA SA	0,8544
24 SERVICIOS Y CONCESIONES MARITIMAS IBICENCAS SA	0,8544
25 CATLANZA SL	0,8513
26 NAVIERA ALTUBE SOCIEDAD LIMITADA.	0,8441
27 EUROPA FERRYS SA	0,8373

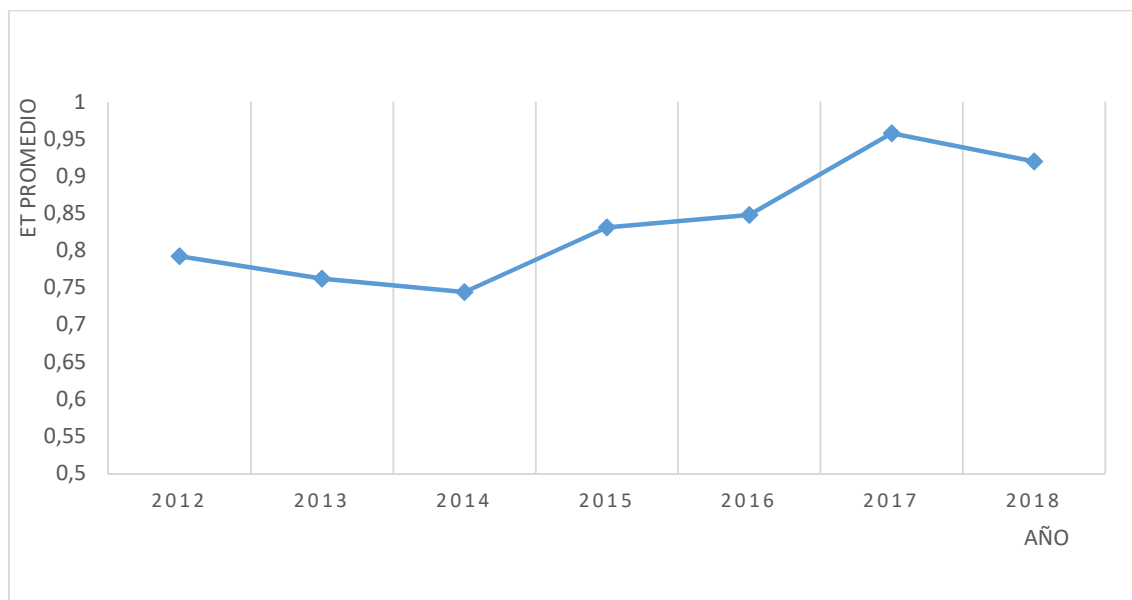
Tabla 3. Continuación

Ranking Empresas	ET.PROM.
28 BERNHARD SCHULTE CANARIAS SA	0,8362
29 EVERGREEN SHIPPING SPAIN SOCIEDAD LIMITADA	0,8362
30 LANTIA MARITIMA SL	0,8355
31 NAVIERA DIRECT AFRICA LINE SA	0,8303
32 SUBMARINE SAFARI'S SL	0,8165
33 TRANSPORTES Y CONSIGNACIONES MARITIMAS SAU	0,8156
34 TRANSPORTES MARITIMOS ALCUDIA SA	0,8135
35 NAVIERA F TAPIAS GALICIA SL	0,8132
36 INTERMODAL SEA SOLUTIONS SL	0,8085
37 NAVIERA GALDAR SOCIEDAD ANONIMA	0,7959
38 A.M. CARGO SHIPPING SOCIEDAD LIMITADA	0,7885
39 MARITIMA ALISEA SL	0,7884
40 LINEAS MARITIMAS ROMERO SOCIEDAD LIMITADA	0,7708
41 NAVIERA ARMAS SOCIEDAD ANONIMA	0,7541
42 CAFLAJA SL	0,7418
43 REMOLCADORES NOSA TERRA, SA	0,7356
44 DESTINATION SERVICES SPAIN SL	0,7342
45 FUNCAT PRIMERO SL	0,7330
46 NOSTRAMO SL	0,7302
47 SUARDIAZ SERVICIOS MARITIMOS DE BARCEONA SL	0,7016
48 IC MARITIME SERVICES SL	0,6852
49 LINEAS SALMON SOCIEDAD LIMITADA	0,6625
50 BENNASSAR NAVELIERS SL	0,6623

Fuente: Elaboración propia.

Acompañando el ranking, tenemos a modo ilustrativo el grafico 1 que indica la evolución de la eficiencia técnica a lo largo del periodo considerado en la muestra.

Grafico 3. Evolución temporal de la eficiencia técnica, 2012-2018



Fuente: Elaboración propia.

Vemos un crecimiento de la eficiencia técnica a lo largo del periodo considerado, siendo la parte más notable a partir del 2014 con una tendencia positiva hasta 2017, donde se encuentra el máximo con un valor de 0,9701.

Para obtener los determinantes de tales niveles de eficiencia planteamos la siguiente expresión:

$$ET_{it} = \delta_0 + \delta_1 PP_{it} + \delta_2 MB_{it} + \delta_3 RS_{it} + \delta_4 RL_{it} + \delta_5 Inter_{it} + w_{it} \quad (9)$$

Donde, $\delta_0, \dots, \delta_{lit}$ son los parámetros que vamos a estimar en este modelo, PP es una variable determinante de la eficiencia técnica que representa el ratio Periodo de Pago para cada empresa en cada año, MB es una variable determinante de la eficiencia técnica que representa el Margen de Beneficio para cada empresa en cada año, RS es una variable determinante de la eficiencia técnica que representa el Ratio de Solvencia para cada empresa en cada año y RL es un determinante de la eficiencia técnica que representa el ratio Ratio de Liquidez para cada empresa en cada año.

Esas cuatro variables se pueden considerar como “ratios financieros”. Además de los ratios financieros, hemos añadido una variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa tiene presencia internacional y valor 0 en caso contrario, la representamos por Inter.

Los datos referentes a las variables Periodo de Pago, Margen de Beneficio, Ratio de Solvencia y Ratio de Liquidez se han obtenido a través de la base de datos SABI. Para

clasificar a las empresas entre aquellas que tienen realizan su negocio en España y las que tienen negocio internacional, hemos revisado sus webs corporativas. De las 50 empresas que analizamos, 30 tienen presencia internacional mientras que las otras 20 solamente nacional.

Hemos regresado, en esta segunda etapa, el modelo mediante mínimos cuadrados ordinarios. El resultado viene representado en la siguiente expresión (10):

$$ET_{it} = 0,8292 - 0,0158PP_{it} + 0,0004MB_{it} + 0,0035RS_{it} + 0,0034RL_{it} - 0,0222Inter_{it} + w_{it} \quad (10)$$

(0,0137) (0,0141) (0,0003) (0,0016) (0,0016) (0,0079)

Al analizar las variables de especificación, vemos que todas las variables son significativas al menos con un nivel de confianza del 90%, salvo la variable Periodo de Pago que no es significativa. Las variables Margen de Beneficio, Ratio de Solvencia y Ratio de Liquidez tienen signo positivo, por lo que las empresas deberán aumentar estos tres ratios para aumentar su eficiencia.

En cuanto a los ratios de solvencia y liquidez, podemos sugerir que las empresas que tienen mayor capacidad de disponer de activo para hacer frente a sus obligaciones puntuales son más eficientes.

Por el contrario, vemos que las variables Periodo de Pago e Inter (representaba las empresas con presencia internacional), tienen signo negativo. En el caso de Periodo de Pago vemos que no contribuye de manera significativa a la eficiencia técnica de las empresas. Vemos que las empresas que tienen presencia de su negocio en ámbito internacional no contribuyen de manera positiva a la eficiencia técnica, con lo cual podemos sugerir que las empresas que solo actúan de manera nacional son más eficientes.

6.2 RESULTADOS EFICIENCIA TÉCNICA. FRONTERA DE PRODUCCIÓN ESTOCÁSTICA.

Se ha procedido a utilizar la metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios (Wooldridge, 2010) para obtener la función de producción estocástica. Estimamos en este caso una función Cobb-Douglas, la cual ha sido utilizada frecuentemente en la literatura, debido a que es la función con la que mejores resultados hemos obtenido. Se presenta a continuación el modelo a estimar:

$$\ln(income_{it}) = \beta_1 \ln(K_{it}) + \beta_2 \ln(L_{it}) + \beta_3 \ln(CI_{it}) + \beta_4 t + \beta_5 t^2 + \sum_{i=1}^{50} \alpha_i + v_{it} \quad (11)$$

En este caso, para calcular la eficiencia técnica de las empresas de transporte marítimo españolas respecto de una frontera estocástica de producción, siguiendo la metodología de las variables ficticias, hemos realizando la regresión de la función de

producción definida inicialmente, junto a una modificación: Hemos añadido variables ficticias (dummies) de unidad, que en este caso coinciden con las empresas de transporte marítimo que hemos decidido estudiar.

El cálculo de la eficiencia técnica es el siguiente:

$$ET_i = \exp(-u_i) = \exp(\alpha_i - \alpha_{max}) \quad (12)$$

Los resultados de la función de producción estocástica con la metodología de las variables ficticias (sin los valores correspondientes a los parámetros asociados a las variables ficticias, al emplear estos en el cálculo de la eficiencia técnica la cual representaremos más adelante) estimada se representan a continuación en la tabla 4:

Tabla 4. Función de Producción Estocástica

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv.Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>
Capital (K)	0,156678	0,0260238	6,021	<0,0001 ***
Trabajo (L)	0,533692	0,0559307	9,542	<0,0001 ***
Consumos Intermedios (CI)	0,382291	0,0285180	13,41	<0,0001 ***
Tiempo	-59,9851	65,6618	-0,9115	0,3628
Tiempo²	0,0148601	0,0162932	0,9120	0,3625

Significación estadística al 99% (***), 95% (**) y 90% (*).

La variable trabajo (L) está representada por número de trabajadores.

Fuente: Elaboración propia a partir de Gretl.

Los parámetros estimados tienen el signo positivo esperado y las variable capital, trabajo y consumos intermedios son estadísticamente significativas de forma individual. La suma de los coeficientes de nuestra estimación mediante frontera estocástica es de 1,07, lo cual indica que tenemos rendimientos constantes a escala en el sector del transporte marítimo. El R-cuadrado de nuestro modelo es elevado, concretamente 0,8080. Podemos observar que las variables relacionadas con el tiempo no son significativas a nivel individual, al igual que nos pasaba con la frontera determinista.

Los resultados de la estimación de eficiencia técnica se reflejan en la tabla 5:

Tabla 5. Ranking promedio eficiencia técnica con función frontera estocástica

Ranking Empresa	ET PROM.
1 BOLUDA LINES SA	1,0000
2 COMPAÑIA TRASMEDITERRANEA, SA	0,9511
3 J F HILLEBRAND SPAIN SA	0,9325
4 LINEAS SALMON SOCIEDAD LIMITADA	0,8762
5 CAFLAJA SL	0,8263
6 BENNASSAR NAVELIERS SL	0,8251
7 SUARDIAZ SERVICIOS MARITIMOS DE BARCEONA SL	0,7949
8 FRED OLSEN SA	0,7753
9 IC MARITIME SERVICES SL	0,7751
10 VAPORES SUARDIAZ NORTE SL	0,7685
11 FLOTA SUARDIAZ SL	0,7673
12 NAVIERA F TAPIAS GALICIA SL	0,7412
13 REPSOL TRADING SA.	0,7404
14 INTERMODAL SEA SOLUTIONS SL	0,7242
15 PEREZ TORRES MARITIMA SL	0,7226
16 EMPRESA NAVIERA ELCANO, SA	0,7224
17 MARITIMA ALISEA SL	0,7156
18 NAVIERA ARMAS SOCIEDAD ANONIMA	0,7152
19 MURELOIL SA	0,7100
20 REMOLCADORES NOSA TERRA, SA	0,7011
21 ECULINE SPAIN SL	0,6943
22 TRANSPORTES Y CONSIGNACIONES MARITIMAS SAU	0,6855
23 BALEARIA EUROLINEAS MARITIMAS SA	0,6741
24 FUNCAT PRIMERO SL	0,6633
25 TRANSPORTES CARGUA SA	0,6622
26 DESTINATION SERVICES SPAIN SL	0,6535
27 NISA MARITIMA SA	0,6328
28 NOSTRAMO SL	0,6325
29 NAVIERA GALDAR SOCIEDAD ANONIMA	0,6283
30 TRANSPORTES MARITIMOS ALCUDIA SA	0,6278
31 A.M. CARGO SHIPPING SOCIEDAD LIMITADA	0,6055
32 ALZAMAR SL	0,6047
33 LINEAS MARITIMAS ROMERO SOCIEDAD LIMITADA	0,5852
34 COMPAÑIA DE REMOLCADORES IBAIZABAL SA	0,5544
35 FORDE REEDEREI SEETOURLISTIK IBERIA SL	0,5473
36 SUBMARINE SAFARI'S SL	0,5194
37 EUROPA FERRYS SA	0,4985
38 NAVIERA DIRECT AFRICA LINE SA	0,4747
39 ECCO-FREIGHT TRANSPORT SERVICES SL	0,4654

Tabla 5. Continuación

Ranking Empresas	ET.PROM.
40 VASCO SHIPPING SERVICES SL	0,4584
41 DISTRIBUIDORA MARITIMA PETROGAS SL	0,4531
42 NAVIERA ALTUBE SOCIEDAD LIMITADA.	0,4297
43 MARITIMA PEREGAR SA	0,4291
44 NAVIERA DE GALICIA SA	0,4254
45 SERVICIOS Y CONCESIONES MARITIMAS IBICENCAS SA	0,4251
46 EVERGREEN SHIPPING SPAIN SOCIEDAD LIMITADA	0,4217
47 BERNHARD SCHULTE CANARIAS SA	0,4012
48 LANTIA MARITIMA SL	0,4006
49 CATLANZA SL	0,3926
50 NAVIERA MURUETA SA	0,3883

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5 podemos observar como la eficiencia técnica se muestra en un rango entre 0 y 1 donde la empresa más eficiente es la que tenga valor 1. Mediante la frontera estocástica, vemos como los valores de la eficiencia técnica varían algo más que de forma determinista. Los diez últimos no sobrepasan los 0,46 puntos, siendo el valor más pequeño de 0,3883, mientras que el valor mínimo en el ranking mediante frontera determinista era superior a 0,66.

Una vez que hemos obtenido los datos de eficiencia técnica, calculamos los determinantes que han provocado tales niveles de eficiencia. Para ello, siguiendo la especificación (9), realizamos la regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios. La expresión (9) ha sido modificada para datos de sección cruzada en este caso. Los resultados se representan en la siguiente expresión (12):

$$ET_i = 0,6357 + 0,0783PP_i + 0,0426MB_i - 0,0345RS_i + 0,0263RL_i - 0,0352Inter_i + w_i \quad (12)$$

(0,0784) (0,2072) (0,0210) (0,0138) (0,0140) (0,0507)

Al calcular los determinantes de eficiencia técnica mediante la metodología estocástica, los parámetros muestran significación al nivel de confianza 95%, salvo ratio de liquidez que lo es al nivel de confianza 90%. La variable ratio periodo de pago no aparece como estadísticamente significativa.

En este caso, el ratio periodo de pago, margen de beneficio y ratio liquidez muestran signo positivo. Ratio de solvencia e Inter, tienen signo negativo. La variable

dicotómica Inter tiene un efecto negativo en la eficiencia, al igual que en el análisis mediante frontera determinística.

Por un lado, la eficiencia técnica obtenida para cada empresa mediante la metodología de frontera de producción estocástica muestra unos valores más pequeños de media que mediante el método determinista.

Mediante la metodología determinista podemos observar como varia la eficiencia técnica de forma temporal, aspecto muy interesante para poder ver la evolución que ha tenido a lo largo del periodo considerado. En cambio mediante la metodología estocástica no podemos observar dicha variabilidad temporal al ver un único resultado medio del periodo para cada unidad productiva.

Un aspecto importante es que ambas coinciden en que dentro de las cinco empresas más eficientes se encuentran Compañía Trasmediterranea SA y JF Hillebrand Spain SA. En un aspecto que coinciden estas dos empresas es en la internacionalización de su negocio.

En el apartado financiero, al analizar los ratios, vemos que el Periodo de Pago no es significativo tanto por el método estocástico como por el método determinista.

7 CONCLUSIONES

Las empresas de transporte marítimo se han enfrentado en los últimos años a grandes retos para afrontar la alta competitividad del sector. En este trabajo fin de Grado, el principal objetivo es analizar la eficiencia técnica de empresas de transporte marítimo españolas en el periodo 2012-2018 y descubrir los factores que han provocado tales niveles de eficiencia técnica. Para conseguir el objetivo planteado, se ha procedido a la realización de un estudio de las fronteras de producción mediante dos metodologías, la determinista y la estocástica.

La eficiencia técnica calculada a través de ambas fronteras de producción nos muestra como dos de las cuatro empresas más eficientes coinciden en ambos cálculos, a pesar de las diferencias que muestran en otros aspectos.

La evolución a lo largo del periodo seleccionado (2012-2018) de la eficiencia técnica nos muestra cómo ha ido en aumento a partir del 2014 hasta llegar al máximo en 2017. Este cálculo ha sido posible realizarlo gracias a la frontera de producción determinista.

Los determinantes de tales niveles de eficiencia nos muestran como algunos ratios financieros afectan de manera positiva y cuáles de manera negativa. Las empresas marítimas que tengan mayores ratios margen de beneficio, ratio solvencia y ratio de liquidez mostraran mayores niveles de eficiencia. Por el contrario, la presencia de su negocio de manera internacional, afectan de forma negativa a la eficiencia técnica. Este último dato resulta llamativo, ya que las cuatro empresas más eficientes si tienen presencia notable fuera de España. La alta competitividad del mercado internacional, provocada por fusiones entre grandes empresas, hacen que trabajar a ese ritmo tenga unos costes muy altos, lo cual si tiene sentido que afecte a la eficiencia técnica.

Podemos añadir, que este estudio se podría ampliar al utilizar en su análisis una metodología envolvente de datos (DEA) de cara a contrastar el cálculo de las fronteras de producción y sus determinantes.

Para finalizar, la situación actual, provocada por el COVID-19, está siendo todo un reto para el sector. El transporte marítimo es una pieza clave en la logística a nivel mundial y no puede detenerse. Es por ello, que en España se ha considerado el transporte marítimo de mercancías una pieza esencial y no ha sido temporalmente paralizada, como si ha sucedido con actividades no esenciales.

A pesar de no parar, los números no serán los mismos ya que la economía mundial ha reducido el ritmo. El transporte marítimo de pasajeros sí se ha visto afectado por numerosas prohibiciones. Empresas como Balearia han tenido que reducir en un 40% la capacidad de sus barcos para garantizar medidas de seguridad frente al COVID-19. Las empresas se enfrentan a un nuevo horizonte con mayores costes, derivados de la implementación de medidas de higiene y seguridad, y posibles reestructuraciones logísticas, cancelaciones o reorganizaciones de rutas, para optimizar los beneficios.

8 BIBLIOGRAFIA

Agüeros, M., Coto-Millán, P., Fernández, X.L., Pesquera, M.A. (2015): Impact of Logistics on Technical Efficiency of World Production (2007-2012).

Aigner, D. C. S., 1968. On estimating the industry of production function.. The American Economic Review, 58(4), pp. 826-839.

Aigner, D.J., Lovell, C.A.K., Schmidt, P. (1977): Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. Journal of Econometrics, 6, 21-37.

Balearia Eurolineas Maritimas, S.A. <https://www.balearia.com/es/grupo-balearia> (Último acceso: 15 de agosto 2020)

Baños-Pino, J., Coto-Millán, P. & Rodríguez-Álvarez, A., (1999). Allocative efficiency and over-capitalization: an application. International Journal of Transport Economics, 26(2), pp. 181-199.

Battese, G.E., Coelli, T.J. (1988): Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. Journal of Econometrics, 38, 387-399.

Battese, G.E., Coelli, T.J. (1992): Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to paddy farmers in India. Journal of Productivity Analysis, 3, 153-169.

Cachanosky, I., (2012). Eficiencia Técnica, Eficiencia Económica y Eficiencia Dinámica. Procesos de Mercado, IX (2), pp. 51-80.

Carlier de Laval, M. (2018): El transporte marítimo: su importancia para la economía mundial. Tendencias a medio y largo plazo. Información Comercial. 19-20 p. Disponible en:

https://www.anave.es/images/informes/de_otros/ice_el_sector_maritimo_en_la_economia_y_el_comercio.pdf (Último acceso: 18 de julio 2020)

Christensen, L., Jorgenson, D. & Lau, L., (1973). Transcendental logarithmic production frontier. The Review of Economics and Statistics, pp. 28-45.

Compañía Trasmediterranea, S.A. <https://www.trasmediterranea.es/> (Último acceso: 15 de agosto 2020)

Instituto Nacional de Estadística, I., 2015. INEbase, Nivel y condiciones de vida (IPC). Disponible en: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176803&menu=ultiDatos&idp=1254735976607 (Último acceso: 30 de julio 2020)

Farrell, M., (1957). The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, Series A(120), pp. 253-281.

González, M. & Trujillo, L., (2009). Efficiency measurement in the port industry: A survey of the empirical evidenc. Journal of Transport Economics and Polic, 43(2), pp. 157-192.

Greene, W.H. (1980): Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions. Journal of Econometrics, 13, 27-56.

J.F. Hillebrand Spain, S.A. <https://www.hillebrand.com/> (Último acceso: 15 de agosto 2020)

Kim, M. & Sachis, A., (1986). The structure of production, technical change and productivity in a port. Journal of Industrial Economics, Issue 35(2), pp. 209-223.

Kumbhakar, S., (1990). Production frontiers, panel data, and time-varying technical

SABI: Sistema de Análisis de Balances Ibéricos. (2020). Disponible en: <https://sabi.bvdinfo.com/SSOLogin.serv?product=sabineo&loginpostback=true&ssotoken=D4x9rqMVC2odd4CWq54BtA%3d%3d> (Último acceso: 8 septiembre 2020)

Schmidt, P., Wang, H.J. (2002): One-step and two-step estimation of the effects of exogenous variables on technical efficiency levels. Journal of Productivity Analysis, 18, 129-144.

Notteboom, T. E., C. Coeck, and J. Van den Broeck (2000). Measuring and Explaining the Relative Efficiency of Container Terminals by Means of Bayesian Stochastic Frontier Models. International Journal of Maritime Economics, 2(2), 83–106

Wooldridge, J.M. (2010): Introducción a la Econometría. Un Enfoque Moderno. Cengage Learning Editores, México D.F.